

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002352611
 PUBLICATION DATE : 06-12-02

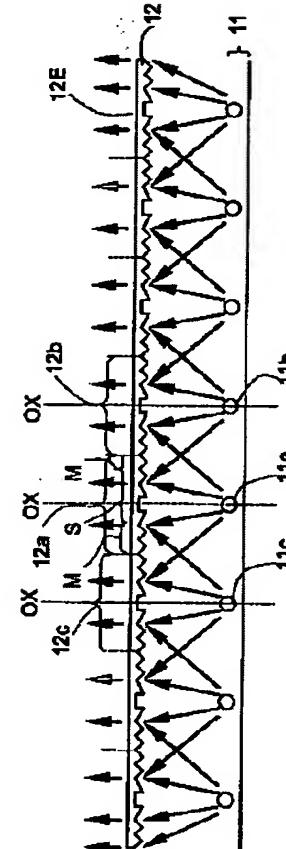
APPLICATION DATE : 24-05-01
 APPLICATION NUMBER : 2001155808

APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : MASUDA TAKASHI;

INT.CL. : F21V 5/02 F21V 11/00 G02B 3/00
 G02B 3/08 G02B 5/02 G02B 5/18
 G02B 5/32 G02F 1/1335 G02F
 1/13357 // F21Y101:02

TITLE : LIGHTING SYSTEM AND DISPLAY
 DEVICE EQUIPPED WITH IT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lighting system radiating illumination light having high directivity and uniform intensity distribution.

SOLUTION: This lighting system is equipped with a light source device 11 and a light direction conversion device 12 directing the traveling direction of light beams emitted from the light source device 11 in the specified direction. The light source 11 contains a plurality of light sources 11a, 11b, 11c, and the light direction conversion device 12 contains a plurality of unit conversion elements 12a, 12b, 12c. Each unit conversion element is installed so as to correspond to each light source, and the light source is arranged on each optical axis OX of the corresponding unit conversion element. Each unit conversion element has a first conversion region M directing light beams incident from the corresponding light source among a plurality of light sources and light beams incident from at least one light source other than the corresponding light source to the specified direction.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-352611

(P2002-352611A)

(43)公開日 平成14年12月6日 (2002.12.6)

(51)Int.Cl.⁷

F 21 V 5/02
11/00
G 02 B 3/00
3/08
5/02

識別記号

F I

F 21 V 5/02
11/00
G 02 B 3/00
3/08
5/02

テマコード(参考)

A 2 H 0 4 2
Z 2 H 0 4 9
A 2 H 0 9 1
C

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2001-155808(P2001-155808)

(22)出願日

平成13年5月24日 (2001.5.24)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 増田 岳志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74)代理人 100101683

弁理士 奥田 誠司

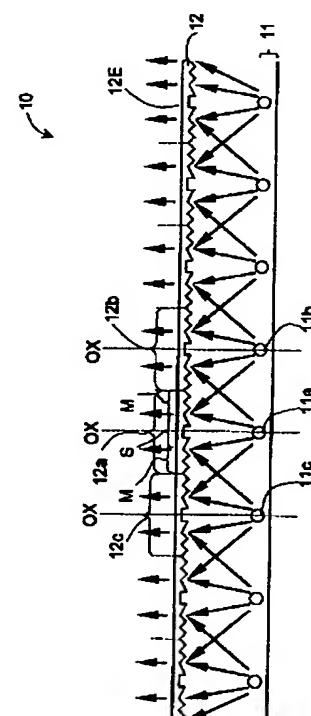
Fターム(参考) 2H042 BA04 BA20 CA13 CA17
2H049 AA04 AA14 AA50 AA60 AA65
CA01 CA05 CA08 CA17 CA22
2H091 FA14Z FA21Z FA26Z FA27Z
FA32Z FA41Z LA17 LA18

(54)【発明の名称】 照明装置およびそれを備える表示装置

(57)【要約】

【課題】 高い指向性を有するとともに均一な強度分布の照明光を照射する照明装置が提供する。

【解決手段】 照明装置10は、光源装置11と、光源装置11から出射された光線の進行方向を所定の方向に向ける光線方向変換素子12とを備える。光源装置11は複数の光源11a、11bおよび11cを含み、光線方向変換素子12は複数の単位変換素子12a、12bおよび12cを含む。単位変換素子のそれぞれは、光源のそれに対応して設けられており、光源は、それぞれ対応する単位変換素子のそれぞれの光軸OX上に配置されている。単位変換素子のそれぞれは、複数の光源の内の対応する光源から入射した光線と、対応する光源以外の少なくとも1つの光源から入射した光線とを、所定の方向に向ける第1変換領域Mを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の光源と、前記複数の光源から出射された光線の進行方向を所定の方向に向ける光線方向変換素子と、を備える照明装置であって、

前記光線方向変換素子は、それぞれが、前記複数の光源のそれぞれに対応して設けられた複数の単位変換素子を有し、前記複数の光源のそれぞれは、前記複数の単位変換素子の内の対応する単位変換素子の光軸上に配置されており、

前記複数の単位変換素子のそれぞれは、前記複数の光源の内の対応する光源から入射した光線と、前記対応する光源以外の少なくとも1つの光源から入射した光線とを、前記所定の方向に向ける第1変換領域を有する、照明装置。

【請求項2】 前記第1変換領域は、前記対応する光源からの光線と、前記対応する光源に隣接する少なくとも1つの光源から入射した光線とを、前記所定の方向に向ける、請求項1に記載の照明装置。

【請求項3】 前記複数の単位変換素子のそれぞれは、前記第1変換領域のみから構成されている、請求項1または2に記載の照明装置。

【請求項4】 前記複数の単位変換素子のそれぞれは、前記対応する光源から入射した光線だけを前記所定の方向に向ける第2変換領域をさらに有する、請求項1または2に記載の照明装置。

【請求項5】 前記第2変換領域は、前記第1変換領域よりも前記単位変換素子の光軸に近い位置に設けられている、請求項4に記載の照明装置。

【請求項6】 前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは単位フレネルレンズである、請求項1から5のいずれかに記載の照明装置。

$$\theta_1 = \tan^{-1} (\sqrt{n^2 f^2 + (n^2 - 1)(s-x)^2})^{1/2} - \sqrt{f^2 + (s-x)^2})^{1/2} / (s-x) \quad (1)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} (\sqrt{n^2 f^2 + (n^2 - 1)x^2})^{1/2} - \sqrt{f^2 + x^2})^{1/2} / x) \quad (2)$$

の関係を満足する、請求項9に記載の照明装置。

【請求項11】 前記複数のプリズム面は、前記単位フレネルレンズの前記対応する光源に近い側の面に形成されており、

前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光

$$\theta_1 = \tan^{-1} (\sqrt{n^2 f^2 + (s-x)^2})^{1/2} - f) / (s-x) \quad (3)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} (\sqrt{n^2 f^2 + x^2})^{1/2} - f) / x) \quad (4)$$

の関係を満足する、請求項9に記載の照明装置。

【請求項12】 前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは、複数のプリズム面を有する単位フレネルレンズであり、前記複数のプリズム面は、前記第1変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して傾斜した第1および第2プリズム面を有し、

前記少なくとも1つの隣接する光源から前記第1変換領

【請求項7】 前記光線方向変換素子はホログラフィック素子であり、前記複数の単位変換素子のそれぞれは単位ホログラフィック素子である、請求項1から5のいずれかに記載の照明装置。

【請求項8】 前記光線方向変換素子は回折素子であり、前記複数の単位変換素子のそれぞれは単位回折素子である、請求項1から5のいずれかに記載の照明装置。

【請求項9】 前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは、複数のプリズム面を有する単位フレネルレンズであり、前記複数のプリズム面は、前記第1変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して傾斜した第1および第2プリズム面を有し、

前記少なくとも1つの隣接する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第1プリズム面において屈折されることによって前記所定の方向に向けられ、

前記対応する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第2プリズム面において屈折されることによって前記所定の方向に向けられる、請求項2に記載の照明装置。

【請求項10】 前記複数のプリズム面は、前記単位フレネルレンズの前記対応する光源から遠い側の面に形成されており、

前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度をθ₁、前記第2プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度をθ₂、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、θ₁およびθ₂が、

軸に対して形成する角度をθ₁、前記第2プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度をθ₂、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、θ₁およびθ₂が、

$$\theta_1 = \tan^{-1} (\sqrt{n^2 f^2 + (s-x)^2})^{1/2} - f) / (s-x) \quad (3)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} (\sqrt{n^2 f^2 + x^2})^{1/2} - f) / x) \quad (4)$$

域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第2プリズム面において屈折されたあと前記第1プリズム面によって反射されることによって前記所定の方向に向けられ、前記対応する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第1プリズム面において屈折されることによって前記所定の方向に向けられる、請求項2に記載の照明装置。

【請求項13】 前記複数のプリズム面は、前記単位フ

レネルレンズの前記対応する光源に近い側の面に形成されており、

前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_1 、前記第2プリズム面が

$$\theta_1 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2) / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2) / 2 \quad (5)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} [\{n(f^2 + x^2)^{1/2} - f\} / x] \quad (6)$$

の関係を満足する、請求項1-2に記載の照明装置。

【請求項14】 前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは、複数のプリズム面を有する単位フレネルレンズであり、前記複数のプリズム面は、前記第1変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して傾斜した第1および第2プリズム面を有し、

前記少なくとも1つの隣接する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第2プリズム面において屈折されたあと前記第1プリズム面によって反射されることによって前記所定の方向に向けられ、前記対応する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第1プリズム面において屈折されたあと前記第2プリズム面で反射されることによ

$$\theta_1 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2) / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2) / 2 \quad (7)$$

$$\theta_2 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_1 - x \cdot \sin \theta_1) / n \{f^2 + x^2\}^{1/2}] - \theta_1) / 2 \quad (8)$$

の関係を満足する、請求項1-4に記載の照明装置。

【請求項16】 前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは、複数のプリズム面を有する単位フレネルレンズであり、前記複数のプリズム面は、前記第1変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して傾斜した第1、第2、第3および第4プリズム面を有し、

前記少なくとも1つの隣接する光源から前記第1変換領域に入射した光線の一部は、前記第2プリズム面において屈折されたあと前記第1プリズム面によって反射されることによって前記所定の方向に向けられ、他の一部は、前記第4プリズム面において屈折されたあと前記第3プリズム面によって反射されることによって前記所定の方向に向けられ、

前記対応する光源から前記第1変換領域に入射した光線の一部は、前記第1プリズム面において屈折させること

$$\theta_1 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2) / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2) / 2 \quad (9)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} [\{n(f^2 + x^2)^{1/2} - f\} / x] \quad (10)$$

$$\theta_3 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_4 - (s-x) \sin \theta_4) / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_4) / 2 \quad (11)$$

$$\theta_4 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_3 - x \cdot \sin \theta_3) / n \{f^2 + x^2\}^{1/2}] - \theta_3) / 2 \quad (12)$$

の関係を満足する、請求項2に記載の照明装置。

【請求項17】 前記第1および第2プリズム面は、前記第3および第4プリズム面よりも、前記単位フレネルレンズの光軸に近い領域に設けられている、請求項1-6に記載の照明装置。

【請求項18】 前記単位フレネルレンズは、前記対応する光源から入射した光線だけを前記所定の方向に向け

前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_2 、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、 θ_1 および θ_2 が、

$$\theta_1 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2) / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2) / 2 \quad (5)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} [\{n(f^2 + x^2)^{1/2} - f\} / x] \quad (6)$$

て前記所定の方向に向けられる、請求項2に記載の照明装置。

【請求項15】 前記複数のプリズム面は、前記単位フレネルレンズの前記対応する光源に近い側の面に形成されており、

前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_1 、前記第2プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_2 、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、 θ_1 および θ_2 が、

$$\theta_1 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2) / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2) / 2 \quad (7)$$

$$\theta_2 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_1 - x \cdot \sin \theta_1) / n \{f^2 + x^2\}^{1/2}] - \theta_1) / 2 \quad (8)$$

によって前記所定の方向に向けられ、他的一部分は、前記第3プリズム面において屈折されたあと前記第4プリズム面で反射されることによって前記所定の方向に向けられ、

前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_1 、前記第2プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_2 、前記第3プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_3 、前記第4プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_4 、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 および θ_4 が、

$$\theta_1 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2) / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2) / 2 \quad (9)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} [\{n(f^2 + x^2)^{1/2} - f\} / x] \quad (10)$$

$$\theta_3 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_4 - (s-x) \sin \theta_4) / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_4) / 2 \quad (11)$$

$$\theta_4 = (\cos^{-1} [(f \cdot \cos \theta_3 - x \cdot \sin \theta_3) / n \{f^2 + x^2\}^{1/2}] - \theta_3) / 2 \quad (12)$$

る第2変換領域をさらに有し、

前記複数のプリズム面は、前記第2変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して略平行な面と傾斜した面とを有し、前記対応する光源から前記第2変換領域に入射した光線は、前記傾斜した面において屈折されることによって前記所定の方向に向けられる、請求項9から17のいずれかに記載の照明装置

【請求項19】前記第2変換領域は、前記第1変換領域よりも前記単位フレネルレンズの光軸に近い位置に設けられている、請求項18に記載の照明装置。

【請求項20】請求項1から19のいずれかに記載の照明装置と、前記照明装置から出射される光を表示に用いる表示素子と、を備えた表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、照明装置および照明装置を表示装置に関し、特に、液晶表示装置に好適に用いられる照明装置およびそれを備えた液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置は、CRT、PDPあるいはELといった画像表示装置とは異なり、自らは発光しない液晶表示素子を用いているため、表示を行うための光を液晶表示素子に照射する照明装置を有している。例えば、透過型の液晶表示装置は、液晶表示素子の後方（観察者とは反対側）にバックライトと呼ばれる面状の照明装置を有し、バックライトから液晶表示素子に照射された光の透過光量を画素ごとに制御することによって画像を表示する。

【0003】一般的な液晶表示素子であるツイステッドネマティック（TN）型やスーパーツイステッドネマティック（STN）型の液晶表示素子は、液晶分子を一対の基板間でツイスト配向させた液晶層と、これを挟んで液晶層の後方と前方に配置された一対の偏光板とを有する。バックライトから液晶表示素子に照射された光のうち、後方の偏光板を透過した偏光が液晶層に入射し、その偏光方向を液晶層によって変化させることによって、前方の偏光板を透過する光量が制御される。

【0004】ところが、液晶表示装置で表示された画像は、画像を見る角度、すなわち視角によって品位が変化する。例えば、コントラスト比、中間調の輝度や色調が変化し、正常な画像が得られなくなってしまうなどの問題を有している。これは、中間調を表示する際はツイスト配向させた液晶層の液晶分子が傾いた状態であるため、液晶分子が傾いている方向から入射する光の偏光方向は液晶分子の長軸に対してほぼ垂直であり、この光は複屈折の影響を受けないので、それ以外の方向から入射する光の偏光方向は液晶分子の長軸に平行な成分を有するので複屈折の影響を受ける。その結果、視角によって表示の光量が変化する。

【0005】液晶表示装置の視角特性を改善するために（すなわち、視角依存性を低減するために）、照明光の指向性を高めるとともに液晶表示素子の観察者側に光拡散素子を設け、液晶表示素子に入射する照明光の角度範囲を狭くすることによって得られる一定のコントラスト

比、中間調輝度および色調を有する表示画像を、光拡散素子によって広い視角範囲から観察されるようにする方法が提案されている。

【0006】例えば、特開平2-118518号公報には、図19に模式的に示す構成を有する液晶表示装置300を開示している。液晶表示装置300は、照明装置310と、液晶表示素子320と、光拡散素子330とを有している。

【0007】バックライト310は、光源311と、球面鏡312と、フレネルレンズ313とを有し、液晶表示素子320を照明する。光源311を挟んでフレネルレンズ313と対向して配置された球面鏡312は、光源311からの光線をフレネルレンズ313に向かって反射することで光の利用効率を向上する。

【0008】ここで、フレネルレンズとは、屈折面が連続した球面でなく、階段状に傾斜した屈折面（「プリズム面」とも言う。）が形成された平面レンズであり、すなわち、図20に模式的に示したように、レンズの曲率だけをプリズム形状に変換したプリズムが平面上に配列されたプリズムアレイである。従って、円形のレンズをフレネルレンズに置き換える場合は、同心円状にプリズムが配列され、シリンドリカルレンズをフレネルレンズに置き換える場合は直線状にプリズムが配列される。フレネルレンズに形成されるプリズムは、一般に、光軸に対して略平行な平行面と傾斜した傾斜面を備え、傾斜面で光を屈折することでレンズの性質を発現する。フレネルレンズは、平面レンズであること、および、一般にアクリル樹脂やポリカーボネート樹脂などの透明樹脂で形成されているため、レンズの肉厚を薄くできるとともに、軽くできるという利点がある。

【0009】上述のように構成されたバックライト310において、光源311をフレネルレンズ313の焦点近傍に配置することによって、光源311からの光線がフレネルレンズ313に形成されたプリズムによって屈折されて正面方向に進行し、高指向性の照明光が得られる。

【0010】液晶表示素子320は照明装置310からの高指向性の照明光を受け、画素ごとに光の透過率を制御して画像を表示する。光拡散素子330が液晶表示素子320を通過した画像の表示光を拡散することによって、広い視角範囲から表示品位の変化が少ない画像が観察される。

【0011】また、特表平11-504124号公報には、図21に示すように、光源411と全内面反射（TIR）レンズ412で構成された、高指向性の照明光を照射する照明装置400が開示されている。

【0012】TIRレンズ412は、図21に示したように、全体的には焦点を囲むドーム状の形状を有し、焦点に対向する側の面には多数のプリズムが配列されている。その形状はいずれも光軸に対して略平行な平行面と

傾斜した傾斜面とで構成されるが、傾斜面が有する作用によって2種類のプリズムに大別される。

【0013】すなわち、光軸近傍（領域R1）に形成されたプリズムは、フレネルレンズに形成されたプリズムと同様に、傾斜面で光を屈折することによって光の進行方向を制御する屈折型プリズムであるのに対して、光軸から遠い領域（領域R2）に形成されたプリズムは内部に入射した光を傾斜面で反射することによって進行方向を制御する反射型プリズムである。

【0014】光源411を上述の様な構成を有するTIRレンズ412の焦点近傍に配置することによって、光源411からの光線は、屈折型プリズム（領域R1）および反射型プリズム（領域R2）によって進行方向が制御され、正面方向（光軸に平行な方向）に高指向性の照明光が照射される。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明者が検討した結果、上述した従来の照明装置は、指向性が高い照明光が得られるものの、照明範囲を広げるためには、下記の問題を解決する必要があることが分かった。

【0016】まず、図19に示したフレネルレンズ313を利用した照明装置310では、より広い面を照明したり照明光の輝度を向上させるためには、図22に示すように、複数の光源311'を等間隔で配置し、それぞれの光源に1個の単位フレネルレンズ313'aが形成されたフレネルレンズ313'を組み合わせる必要がある。すなわち、それぞれの光源311'からの光線の進行方向を対応する単位フレネルレンズ313'aによって制御し、高指向性の照明光を照射する。

【0017】従って、光源311'の輝度、色調などがそれぞれ異なっていると、照明光の輝度、色調は単位フレネルレンズ313'aごとに異なるため、単位フレネルレンズ313'aの境界がくっきりと目視されてしまう。しかしながら、これを避け得るほどにそれぞれの光源311'の発光特性を一定に制御するように、光源311'を製造または選別することは非常に困難である。

【0018】同様に、特表平11-504124号公報に開示されている照明装置においても、図23に示すように、複数の光源411'とそれぞれの光源411'に1個の単位TIRレンズ412'aが形成されたTIRレンズ412'によって照明装置を構成すると、光源411'の輝度、色調などの違いが単位TIRレンズ412'aごとの照明光に反映され、単位TIRレンズ412'aの境界が観察されてしまう。

【0019】本発明は、上記の諸点に鑑みてなされたものであって、その主な目的は、指向性が高く且つ強度分布が比較的均一な照明装置およびそれを用いた表示装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明による照明装置

は、複数の光源と、前記複数の光源から出射された光線の進行方向を所定の方向に向ける光線方向変換素子と、を備える照明装置であって、前記光線方向変換素子は、それぞれが、前記複数の光源のそれぞれに対応して設けられた複数の単位変換素子を有し、前記複数の光源のそれぞれは、前記複数の単位変換素子の内の対応する単位変換素子の光軸上に配置されており、前記複数の単位変換素子のそれぞれは、前記複数の光源の内の対応する光源から入射した光線と、前記対応する光源以外の少なくとも1つの光源から入射した光線とを、前記所定の方向に向ける第1変換領域を有し、そのことによって上記目的が達成される。

【0021】前記第1変換領域は、前記対応する光源からの光線と、前記対応する光源に隣接する少なくとも1つの光源から入射した光線とを、前記所定の方向に向ける構成としてもよい。

【0022】前記複数の単位変換素子のそれぞれは、前記第1変換領域のみから構成されている構成としてもよい。

【0023】前記複数の単位変換素子のそれぞれは、前記対応する光源から入射した光線だけを前記所定の方向に向ける第2変換領域をさらに有する構成としてもよい。

【0024】前記第2変換領域は、前記第1変換領域よりも前記単位変換素子の光軸に近い位置に設けられていることが好ましい。

【0025】前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは単位フレネルレンズである構成としてもよい。

【0026】前記光線方向変換素子はホログラフィック素子であり、前記複数の単位変換素子のそれぞれは単位ホログラフィック素子であってもよい。

【0027】前記光線方向変換素子は回折素子であり、前記複数の単位変換素子のそれぞれは単位回折素子であってもよい。

【0028】前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは、複数のプリズム面を有する単位フレネルレンズであり、前記複数のプリズム面は、前記第1変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して傾斜した第1および第2プリズム面を有し、前記少なくとも1つの隣接する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第1プリズム面において屈折されることによって前記所定の方向に向けられ、前記対応する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第2プリズム面において屈折されることによって前記所定の方向に向けられる構成としてもよい。

【0029】前記複数のプリズム面は、前記単位フレネルレンズの前記対応する光源から遠い側の面に形成されており、前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位

置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_1 、前記第2プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_2 、前記単位フレネルレンズの焦点距離を

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left(\left[n^2 f^2 + (n^2 - 1)(s-x)^2 \right]^{1/2} - \left[f^2 + (s-x)^2 \right]^{1/2} \right) / (s-x) \quad (1)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\left[n^2 f^2 + (n^2 - 1)x^2 \right]^{1/2} - \left[f^2 + x^2 \right]^{1/2} \right) / x \quad (2)$$

の関係を満足することが好ましい。

【0030】あるいは、前記複数のプリズム面は、前記単位フレネルレンズの前記対応する光源に近い側の面に形成されている構成においては、前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left([n \{ f^2 + (s-x)^2 \}^{1/2} - f] / (s-x) \right) \quad (3)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left([n \{ f^2 + x^2 \}^{1/2} - f] / x \right) \quad (4)$$

の関係を満足することが好ましい。

【0031】前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは、複数のプリズム面を有する単位フレネルレンズであり、前記複数のプリズム面は、前記第1変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して傾斜した第1および第2プリズム面を有し、前記少なくとも1つの隣接する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第2プリズム面において屈折されたあと前記第1プリズム面によって反射されることによって前記所定の方向に向けられ、前記対応する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第1プリズム

$$\theta_1 = \cos^{-1} \left[\{ f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2 \} / \left[n \{ f^2 + (s-x)^2 \}^{1/2} \right] - \theta_2 \right] / 2 \quad (5)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left[\{ n \{ f^2 + x^2 \}^{1/2} - f \} / x \right] \quad (6)$$

の関係を満足することが好ましい。

【0033】前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは、複数のプリズム面を有する単位フレネルレンズであり、前記複数のプリズム面は、前記第1変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して傾斜した第1および第2プリズム面を有し、前記少なくとも1つの隣接する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第2プリズム面において屈折されたあと前記第1プリズム面によって反射されることによって前記所定の方向に向けられ、前記対応する光源から前記第1変換領域に入射した光線の少なくとも一部は、前記第1プリズム面において屈折されたあと前記第2プリズム面で反射さ

$$\theta_1 = \cos^{-1} \left[\{ f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2 \} / \left[n \{ f^2 + (s-x)^2 \}^{1/2} \right] - \theta_2 \right] / 2 \quad (7)$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \left[\{ f \cdot \cos \theta_1 - x \cdot \sin \theta_1 \} / \left[n \{ f^2 + x^2 \}^{1/2} \right] - \theta_1 \right] / 2 \quad (8)$$

の関係を満足することが好ましい。

【0035】前記光線方向変換素子はフレネルレンズであって、前記複数の単位変換素子のそれぞれは、複数のプリズム面を有する単位フレネルレンズであり、前記複数のプリズム面は、前記第1変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して傾斜した第1、第2、第3および第4プリズム面を有し、前記少なくとも1つの隣接

f、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、 θ_1 および θ_2 が、

度を θ_1 、前記第2プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_2 、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、 θ_1 および θ_2 が、

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left([n \{ f^2 + (s-x)^2 \}^{1/2} - f] / (s-x) \right) \quad (3)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left([n \{ f^2 + x^2 \}^{1/2} - f] / x \right) \quad (4)$$

面において屈折させることによって前記所定の方向に向けられる構成としてもよい。

【0032】前記複数のプリズム面は、前記単位フレネルレンズの前記対応する光源に近い側の面に形成されており、前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_1 、前記第2プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_2 、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、 θ_1 および θ_2 が、

$$\theta_1 = \cos^{-1} \left[\{ f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2 \} / \left[n \{ f^2 + (s-x)^2 \}^{1/2} \right] - \theta_2 \right] / 2 \quad (5)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left[\{ n \{ f^2 + x^2 \}^{1/2} - f \} / x \right] \quad (6)$$

れることによって前記所定の方向に向けられる構成としてもよい。

【0034】前記複数のプリズム面は、前記単位フレネルレンズの前記対応する光源に近い側の面に形成されており、前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_1 、前記第2プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_2 、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、 θ_1 および θ_2 が、

$$\theta_1 = \cos^{-1} \left[\{ f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2 \} / \left[n \{ f^2 + (s-x)^2 \}^{1/2} \right] - \theta_2 \right] / 2 \quad (7)$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \left[\{ f \cdot \cos \theta_1 - x \cdot \sin \theta_1 \} / \left[n \{ f^2 + x^2 \}^{1/2} \right] - \theta_1 \right] / 2 \quad (8)$$

する光源から前記第1変換領域に入射した光線の一部は、前記第2プリズム面において屈折されたあと前記第1プリズム面によって反射されることによって前記所定の方向に向けられ、他の一部は、前記第4プリズム面において屈折されたあと前記第3プリズム面によって反射されることによって前記所定の方向に向けられ、前記対応する光源から前記第1変換領域に入射した光線の一部

は、前記第1プリズム面において屈折させることによって前記所定の方向に向けられ、他的一部は、前記第3プリズム面において屈折されたあと前記第4プリズム面で反射されることによって前記所定の方向に向けられ、前記単位フレネルレンズの光軸から距離xの位置において、前記第1プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_1 、前記第2プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_2 、前記第3プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_3 、前記第4プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_4 、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 および θ_4 が、

$$\theta_1 = (\cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2\} / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2) / 2 \quad (9)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} [\{n(f^2 + x^2)^{1/2} - f\} / x] \quad (10)$$

$$\theta_3 = (\cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_4 - (s-x) \sin \theta_4\} / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_4) / 2 \quad (11)$$

$$\theta_4 = (\cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_3 - x \cdot \sin \theta_3\} / n \{f^2 + x^2\}^{1/2}] - \theta_3) / 2 \quad (12)$$

の関係を満足することが好ましい。

【0036】前記第1および第2プリズム面は、前記第3および第4プリズム面よりも、前記単位フレネルレンズの光軸に近い領域に設けられていることが好ましい。

【0037】前記単位フレネルレンズは、前記対応する光源から入射した光線だけを前記所定の方向に向ける第2変換領域をさらに有し、前記複数のプリズム面は、前記第2変換領域に、前記単位フレネルレンズの光軸に対して略平行な面と傾斜した面とを有し、前記対応する光源から前記第2変換領域に入射した光線は、前記傾斜した面において屈折されることによって前記所定の方向に向けられる構成としてもよい。

【0038】前記第2変換領域は、前記第1変換領域よりも前記単位フレネルレンズの光軸に近い位置に設けられていることが好ましい。

【0039】本発明による表示装置は、上記のいずれかの照明装置と、前記照明装置から出射される光を表示に用いる表示素子とを備えており、そのことによって上記目的が達成される。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、まず、本発明による実施形態の照明装置の構造と機能を説明する。

【0041】図1は、本発明による実施形態の照明装置10の構造を模式的に示す断面図である。照明装置10は、光源装置11と、光源装置11から出射された光線の進行方向を所定の方向に向ける光線方向変換素子12とを備える。光源装置11は複数の光源11a、11bおよび11cを含み、光線方向変換素子12は複数の単位変換素子12a、12bおよび12cを含む。単位変換素子12a、12bおよび12cのそれぞれは、光源11a、11bおよび11cのそれに対応して設けられている。光源11a、11bおよび11cは、それぞれ対応する単位変換素子12a、12bおよび12cのそれとの光軸OX上に配置されている。なお、以下では、複数の光源11a、11b、11c・・・を代表して光源11aで表し、複数の単位変換素子12a、12b、12c・・・を単位変換素子12aで代表することとする。

θ_2 、前記第3プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_3 、前記第4プリズム面が前記単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度を θ_4 、前記単位フレネルレンズの焦点距離をf、隣接する光源間の距離をs、周囲の媒質に対する前記単位フレネルレンズの相対屈折率をnとするとき、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 および θ_4 が、

$$\theta_1 = (\cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2\} / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2) / 2 \quad (9)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} [\{n(f^2 + x^2)^{1/2} - f\} / x] \quad (10)$$

$$\theta_3 = (\cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_4 - (s-x) \sin \theta_4\} / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_4) / 2 \quad (11)$$

$$\theta_4 = (\cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_3 - x \cdot \sin \theta_3\} / n \{f^2 + x^2\}^{1/2}] - \theta_3) / 2 \quad (12)$$

と/orする。

【0042】光源11aは図1の紙面に垂直な方向に伸びる線状の光源であり、例えば蛍光管である。なお、光源11aは蛍光管に限らず、例えば、線状に配置したLEDであってもよい。さらに、複数の光源11aはそれぞれ独立した光源である必要はなく、例えば、光源装置11が導光板であって、それぞれの光源11aが、導光体の一部であってもよい。但し、複数の光源11aのそれから出射される光は、図1の紙面の面内に拡散する光である。

【0043】複数の単位変換素子12aのそれぞれは、対応する光源11aから入射した光線および対応する光源11a以外の少なくとも1つの光源(11bおよび11c)から入射した光線とを所定の方向に向ける第1変換領域Mを有している。図1に示した単位変換素子12aに着目すると、単位変換素子12aは、光源11aから入射した光線と、光源11aの両側に隣接する光源11bおよび11cのそれから入射した光線とを所定の方向に向ける第1変換領域Mを有している。単位変換素子12aの第1変換領域Mは、典型的には、図1に示したように、単位変換素子12a内の、隣接する単位変換領域12bおよび12cに近い側に形成されている。

【0044】このように、照明装置10の光線方向変換素子12が有する複数の単位変換素子12aのそれぞれは、対応する光源11aから入射した光線および対応する光源11a以外の少なくとも1つの光源(11bおよび/または11c)から入射した光線とを所定の方向に向ける第1変換領域Mを有しているので、光源11aと光源11bおよび/または11cとの特性(光の色調や輝度)が異なっていても、第1変換領域Mによって光源11aと11bまたは11cとの間の特性の違いが平均化される。その結果、照明装置10からの照明光の強度の分布(図1の水平方向における)には、光源11aと11bまたは11cとの境界(あるいは、単位変換素子12aと12bまたは12cとの境界)が現れず、比較的均一な強度分布となる。照明装置10が射出する照明光は典型的には平行光であり、その方向は、照明装置10の射出面12Eに垂直な方向である。従って、図1の

例では、照明装置10の光線方向変換素子12の出射面12Eに垂直な方向が「所定の方向」ということになる。

【0045】なお、図1では、複数の単位変換素子12aのそれぞれが、両側に第1変換領域Mを有する例を示しているが、少なくとも一方に第1変換領域Mを有しておればよい。また、単位変換素子12aの第1変換領域Mは、対応する光源11aに隣接する光源11bおよび11cからの光線を所定の方向に変換するものに限られず、他の光源からの光線を所定の方向に向けるものであってもよい。さらに、第1変換領域Mは、単位変換素子12aの両側（隣接する単位変換素子12bおよび/または12cに隣接する領域）に形成される必要は必ずしも無い。

【0046】また、単位変換素子12aは、上述した第1変換領域Mに加えて、対応する光源11aから入射した光線だけを所定の方向に向ける第2変換領域Sをさらに有してもよい。図1に示したように、第2変換領域Sは、単位変換素子12aの光軸OXに近い位置に設けられることが好ましい。すなわち、典型的には、単位変換素子12aの両端に形成された2つの第1変換領域Mの間に設けられる。このような構成においても、照明装置10からの照明光の強度の分布（図1の水平方向における）は連続的であり、境界は現れない。もちろん、単位変換素子12aに第2変換領域Sを設けず、単位変換素子12aを第1変換領域Mだけから構成してもよい。

【0047】典型的には、すべての単位変換素子12aは実質的に同じ構成を有するが、例えば、照明装置10の両端の光源11aに対応する単位変換素子12aは、それぞれ1つの単位変換素子12aとしか隣接しないので、隣接する単位変換素子12aの側にのみ第1変換領域Mを設ける構成としてもよい。

【0048】いずれの場合にも、複数の単位変換素子12aは、それぞれが独立した素子である必要はなく、一体に形成されていてもよい。例えば、図1に示したように、光線方向変換素子12はフレネルレンズであって、複数の単位変換素子12aのそれぞれは単位フレネルレンズ12aであってもよい。あるいは、光線方向変換素子12はホログラフィック素子であって、複数の単位変換素子12aのそれぞれは単位ホログラフィック素子であってもよい。さらに、光線方向変換素子12は回折素子であり、複数の単位変換素子12aのそれぞれは単位回折素子であってもよい。

【0049】以下、フレネルレンズを用いて構成された光線方向変換素子12を備える照明装置の構造および機能を説明する。まず、フレネルレンズを用いて構成された光線方向変換素子12が有する第1変換領域Mの構造と機能を説明するために、第1変換領域Mだけを有するフレネルレンズを備える照明装置の構造と機能を説明する。

【0050】図2に示した照明装置20は、複数の光源11aと、それぞれが第1変換領域Mを有する複数の単位フレネルレンズ22aとを有している。単位フレネルレンズ22aのそれぞれの光軸OX上に光源11aが配置されている。単位フレネルレンズ22aは、光源11aからの光を受ける面（受光面）22Rが平坦で、出射面22Eに複数のプリズム面を有している。すなわち、単位フレネルレンズ22aは、光源11aから遠い側の面22Eに複数のプリズム面を有している。

【0051】図3(a)および(b)を参照しながら、単位フレネルレンズ22aの構造および機能をさらに詳しく説明する。

【0052】出射面22Eに形成されている複数のプリズム面は、第1変換領域Mに、単位フレネルレンズ22aの光軸OXに対して傾斜した第1プリズム面P1および第2プリズム面P2を有している。単位フレネルレンズ22aに対応する光源11aに隣接する光源（図1中の光源11bまたは11c）から単位フレネルレンズ22aの第1変換領域Mに入射した光線の少なくとも一部は、第1プリズム面P1において屈折されることによって所定の方向に向けられ、対応する光源11aから第1変換領域Mに入射した光線の少なくとも一部は、第2プリズム面P2において屈折されることによって所定の方向に向けられるように、第1プリズム面P1および第2プリズム面P2のそれぞれの傾斜角が設定されている。このようなプリズム面を有するプリズムを屈折／屈折型プリズムと呼ぶことにする。

【0053】第1プリズム面P1および第2プリズム面P2はそれぞれ複数の存在し、交互の互いに隣接して配置されており、第1プリズム面P1と第2プリズム面P2との交線がプリズム面の稜線を形成する。また、第1プリズム面P1および第2プリズム面P2の傾斜角 θ_1 および θ_2 は、それぞれのプリズム面P1およびP2の光軸OXからの位置によって異なる。

【0054】プリズム面P1およびP2の傾斜角 θ_1 および θ_2 は、それぞれ図2の紙面の面内（すなわち、プリズムの稜線に垂直な面内）における光軸OXに対する角度として規定される。図3(a)からわかるように、単位フレネルレンズ22aの光軸OXから距離xの位置における傾斜角 θ_1 および θ_2 が下記の式(1)および(2)を満足するとき、光源からの光線は単位フレネルレンズ22aの光軸OXに平行な方向に向けられるため、高い指向性の照明光が得られる。なお、下記の式において、単位フレネルレンズ22aの焦点距離をf、隣接する光源11a間の距離をs、周囲の媒質に対する単位フレネルレンズの相対屈折率をnとする。典型的には、フレネルレンズの周囲の媒体は空気であり、相対屈折率nは、フレネルレンズの屈折率n₀と一致する。これらのパラメータf、sおよびnの定義は、以下で説明する構成においても共通である。

【0055】

$$\theta_1 = \tan^{-1} (\{n^2 f^2 + (n^2 - 1)(s-x)^2\}^{1/2} - \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}) / (s-x) \quad (1)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} (\{n^2 f^2 + (n^2 - 1)x^2\}^{1/2} - \{f^2 + x^2\}^{1/2}) / x \quad (2)$$

なお、光源11aから単位フレネルレンズ22aまで距離に対し、単位フレネルレンズ22aの厚さは十分に小さいので、図2においては、簡単のために、単位フレネルレンズ22aの受光面22Rと光源11aとの距離が単位フレネルレンズ22a焦点距離fと一致するとして示している。以下の構成においても、同様の近似を用いる。

【0056】図2および図3(a)に示した単位フレネルレンズ22aを備えるフレネルレンズ22に代えて、図3(b)に示す単位フレネルレンズ22'aを備えるフレネルレンズを用いることができる。

$$\theta_1 = \tan^{-1} (\{n\{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2} - f\} / (s-x)) \quad (3)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} (\{n\{f^2 + x^2\}^{1/2} - f\} / x) \quad (4)$$

次に、図4および図5を参照しながら、本発明による他の照明装置30の構成と機能を説明する。

【0059】図4に示した照明装置30は、複数の光源11aと、それぞれが第1変換領域Mを有する複数の単位フレネルレンズ32aとを有している。単位フレネルレンズ32aのそれぞれの光軸OX上に光源11aが配置されている。単位フレネルレンズ32aは、光源11aからの光を受ける面(受光面)32Rに複数のプリズム面を有しており、出射面22Eが平坦である。

【0060】受光面32Rに形成されている複数のプリズム面は、第1変換領域Mに、単位フレネルレンズ32aの光軸OXに対して傾斜した第1プリズム面P1および第2プリズム面P2を有している。単位フレネルレンズ32aに対応する光源11aに隣接する光源(図1中の光源11bまたは11c)から単位フレネルレンズ32aの第1変換領域Mに入射した光線の少なくとも一部

$$\theta_1 = (\cos^{-1} \{f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2\} / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}) - \theta_2 / 2 \quad (5)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} (\{n\{f^2 + x^2\}^{1/2} - f\} / x) \quad (6)$$

次に、図6および図7を参照しながら、本発明によるさらに他の照明装置40の構成と機能を説明する。

【0063】図6に示した照明装置40は、複数の光源11aと、それぞれが第1変換領域Mを有する複数の単位フレネルレンズ42aとを有している。単位フレネルレンズ42aのそれぞれの光軸OX上に光源11aが配置されている。単位フレネルレンズ42aは、光源11aからの光を受ける面(受光面)42Rに複数のプリズム面を有しており、出射面22Eが平坦である。

【0064】受光面42Rに形成されている複数のプリズム面は、第1変換領域Mに、単位フレネルレンズ42aの光軸OXに対して傾斜した第1プリズム面P1および第2プリズム面P2を有している。単位フレネルレンズ42aに対応する光源11aに隣接する光源(図1中の光源11bまたは11c)から単位フレネルレンズ42aの第1変換領域Mに入射した光線の少なくとも一部

【0057】図3(b)に示した単位フレネルレンズ22'aは、出射面22'Eは実質的に平坦で、受光面22'Rに第1プリズム面P1および第2プリズム面P2を有しており、この単位フレネルレンズ22'aにおいて、第1プリズム面P1および第2プリズム面P2のそれぞれの傾斜角θ1およびθ2が下記の式(3)および(4)を満足するとき、光源からの光線は単位フレネルレンズ22'aの光軸OXに平行な方向に向けられるため、高い指向性の照明光が得られる。

【0058】

は、第2プリズム面P2において屈折されたあと第1プリズム面P1によって反射されることによって所定の方向に向けられ、対応する光源11aから第1変換領域Mに入射した光線の少なくとも一部は、第1プリズム面P1において屈折されることによって所定の方向に向けられるように、第1プリズム面P1および第2プリズム面P2のそれぞれの傾斜角が設定されている。このようなプリズム面を有するプリズムを反射/屈折型プリズムと呼ぶこととする。

【0061】図5から分かるように、この単位フレネルレンズ32aにおいて、第1プリズム面P1および第2プリズム面P2のそれぞれの傾斜角θ1およびθ2が下記の式(5)および(6)を満足するとき、光源からの光線は単位フレネルレンズ32aの光軸OXに平行な方向に向けられるため、高い指向性の照明光が得られる。

【0062】

は、第2プリズム面P2において屈折されたあと第1プリズム面P1によって反射されることによって所定の方向に向けられ、対応する光源11aから第1変換領域Mに入射した光線の少なくとも一部は、第1プリズム面P1において屈折されたあと第2プリズム面P2で反射されることによって所定の方向に向けられるように、第1プリズム面P1および第2プリズム面P2のそれぞれの傾斜角が設定されている。このようなプリズム面を有するプリズムを反射型プリズムと呼ぶこととする。

【0065】図7から分かるように、この単位フレネルレンズ42aにおいて、第1プリズム面P1および第2プリズム面P2のそれぞれの傾斜角θ1およびθ2が下記の式(7)および(8)を満足するとき、光源からの光線は単位フレネルレンズ42aの光軸OXに平行な方向に向けられるため、高い指向性の照明光が得られる。

【0066】

$$\theta_1 = \cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2\} / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2 / 2 \quad (7)$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_1 - x \cdot \sin \theta_1\} / n \{f^2 + x^2\}^{1/2}] - \theta_1 / 2 \quad (8)$$

なお、上述した反射／屈折型と反射／反射型との両方を単位フレネルレンズに形成する場合には、後述するように、反射／反射型プリズムを単位フレネルレンズの境界近傍に形成し、反射／屈折型プリズムを単位フレネルレンズの光軸の近傍に形成することが好ましい。

【0067】ここで、単位フレネルレンズが有する複数のプリズム面が、第1変換領域Mに、単位フレネルレンズの光軸OXに対して傾斜した第1、第2、第3および第4プリズム面を有し、少なくとも1つの隣接する光源から第1変換領域に入射した光線の一部は、第2プリズム面において屈折されたあと第1プリズム面によって反射されることによって所定の方向に向けられ、他一部は、第4プリズム面において屈折されたあと第3プリズム面によって反射されることによって所定の方向に向けられ、且つ、対応する光源から第1変換領域Mに入射した光線の一部は、第1プリズム面において屈折させること

$$\theta_1 = \cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_2 - (s-x) \sin \theta_2\} / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_2 / 2 \quad (9)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} [\{n(f^2+x^2)^{1/2}-f\} / x] \quad (10)$$

$$\theta_3 = \cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_4 - (s-x) \sin \theta_4\} / n \{f^2 + (s-x)^2\}^{1/2}] - \theta_4 / 2 \quad (11)$$

$$\theta_4 = \cos^{-1} [\{f \cdot \cos \theta_3 - x \cdot \sin \theta_3\} / n \{f^2 + x^2\}^{1/2}] - \theta_3 / 2 \quad (12)$$

の関係を満足するようにそれぞれの角度を設定することによって、高指向性の照明光を得ることができる。

【0069】次に、図1、図8(a)および図8(b)を参照しながら、単位フレネルレンズ12aが有する第2変換領域Sの構造と機能を説明する。なお、単位フレネルレンズ12aが有する第1変換領域Mは、上述の屈折／屈折型プリズム(図2)、反射／屈折型プリズム(図4)および反射／反射型プリズム(図6)のいずれか1つまたはこれらの組み合わせによって構成され得る。

【0070】単位フレネルレンズ12aの第2変換領域Sは、対応する光源11aから入射した光線だけを所定の方向に向けた。第2変換領域Sは、図8(a)に示したように、単位フレネルレンズ12aの光軸OXに対して略平行な面PPと傾斜した面PIとを有し、対応する

$$\theta = \tan^{-1} [\{n(f^2+x^2)^{1/2}-f\} / x]$$

単位フレネルレンズ12aに代えて、図8(b)に示したような屈折型プリズムが出射面12Eに形成された単位フレネルレンズ12'aを用いてもよい。この場合には、単位フレネルレンズ12'aの光軸OXからxの距離に形成された傾斜した面PIの傾斜角θが下記の式

$$\theta = \tan^{-1} [\{n^2 f^2 + (n^2 - 1)x^2\}^{1/2} - (f^2 + x^2)^{1/2}] / x \quad (13)$$

図9および図10を参照しながら、上述した屈折型プリズム、反射／屈折型プリズムおよび反射／反射型プリズムをそれぞれ用いた照明装置の照明光の指向性を説明する。図9および図10は、シミュレーションの結果であり、下記の構成を有する照明装置を想定した。図9は、単位フレネルレンズの光軸OXの位置で出射する照明光

によって所定の方向に向けられ、他一部は、第3プリズム面において屈折されたあと第4プリズム面で反射されることによって所定の方向に向けられるとする。すなわち、第1プリズム面および第2プリズム面が反射／屈折型プリズムを形成しており、第3プリズム面および第4プリズム面が反射／反射型プリズムを形成しているとする。

【0068】そして、単位フレネルレンズの光軸OXから距離xの位置において、第1プリズム面が単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度をθ1、第2プリズム面が単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度をθ2、第3プリズム面が単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度をθ3、第4プリズム面が単位フレネルレンズの光軸に対して形成する角度をθ4とするとき、θ1、θ2、θ3およびθ4が、

光源11aから第2変換領域Sに入射した光線は、傾斜した面PIにおいて屈折されることによって所定の方向に向けられる。このようなプリズム面を有するプリズムを屈折型プリズムと呼ぶことにする。なお、光軸OXに平行な面PPと傾斜した面PIとを有するプリズムは、従来のフレネルレンズに形成されたプリズムと同様のものである。

【0071】図8(a)に示したように、プリズム面が受光面12Rに形成されている場合には、単位フレネルレンズ12aの光軸OXからxの距離に形成された傾斜した面PIの傾斜角θが下記の式(13)を満足するとき、光源からの光線は単位フレネルレンズ12aの光軸OXに平行な方向に向けられるため、高い指向性の照明光が得られる。

【0072】

$$(13)$$

(14)を満足するとき、光源からの光線は単位フレネルレンズ12'aの光軸OXに平行な方向に向けられるため、高い指向性の照明光が得られる。

【0073】

$$(14)$$

の強度(例えば輝度)を出射角ごとに測定した結果に対応する。また、図10は、単位フレネルレンズの光軸OXと平行な方向に出射する照明光の強度(例えば輝度)を光軸OXからの距離ごとに測定した結果に対応する。

【0074】それぞれの照明装置においては、プリズム面が光源と対向する側の面に形成されたフレネルレンズ

を用いる。また、フレネルレンズが有する個々の単位フレネルレンズの焦点距離 f は隣接する光源間の距離 s の $1/2$ ($f = s/2$) とし、フレネルレンズの材質としては屈折率 n_0 が 1.49 の透明なアクリル樹脂を用いる。それぞれの照明装置において、フレネルレンズの周囲の媒体は空気であり、それぞれのプリズム面におけるフレネルレンズの相対屈折率 n は、フレネルレンズの屈折率 n_0 に等しい ($n = 1.49$) とする。また、拡散光源としての冷陰極管の直径は 2.6 mm とし、焦点距離 f は 19 mm 、隣接する光源間の距離 s は 38 mm とする。

【0075】図9から分かるように、いずれの照明装置についても、照明光の指向性は全角で $\pm 5^\circ$ 程度と非常に高指向性であることがわかる。すなわち、屈折型プリズム、反射/屈折型プリズムおよび反射/反射型プリズムのいずれが形成されたフレネルレンズも、光線の進行方向を所定の方向に十分に制御していることがわかる。

【0076】また、図10から、単位フレネルレンズの光軸の近傍では、光源からの光線の進行方向は、屈折型プリズムまたは反射/屈折型プリズムによって効率よく制御され、正面方向に照明光が多く照射されることがわかる。一方、光軸から離れた隣接する単位フレネルレンズとの境界近傍では、反射/反射型プリズムによって光線の進行方向が効率よく制御され、正面方向に照明光が多く照射されることがわかる。なお、屈折/屈折型プリズムを第1変換領域に形成すれば、隣接する2つの光源からの光線の進行方向を制御することは可能であるが、上述の条件では、正面方向に照射される照明光の強度は非常に小さい。

【0077】従って、単位フレネルレンズの光軸近傍には第2変換領域を構成する屈折型プリズムを形成し、境界近傍には第1変換領域を構成する反射/反射型プリズムを形成することによって光源からの光線の進行方向を有効に制御することができ、正面方向（単位フレネルレンズの光軸に平行）に効率よく照明光が照射される。さらに、反射/反射型プリズムが形成された第1変換領域からは、単位フレネルレンズに対応した光源からの光線と隣接する光源からの光線が混合されて照射されるため、隣接する光源の輝度や色調などが互いに異なっていても、単位フレネルレンズの境界が観察されることなく、均一な照明光を得ることができる。

【0078】同様に、単位フレネルレンズの光軸近傍には第1変換領域を構成する反射/屈折型プリズムを形成し、境界近傍には第1変換領域を構成する反射/反射型プリズムを形成することによって光源からの光の進行方向を有効に制御することができる。このような構成を採用すると、単位フレネルレンズが第1変換領域のみで構成されるため、第2変換領域を有する構成に比べ、さらに単位フレネルレンズの境界が認識されにくくなり、均一な照明光を得ることができる。

【0079】ここで、図10の結果から、上記の条件 ($f = s/2$ 、 $n = 1.49$)においては、屈折型プリズムは光軸からの距離が $0.2s$ の位置より内側に、反射/反射型プリズムは光軸からの距離が $0.2s$ の位置より外側に形成することが望ましく、同様に、反射/屈折型プリズムは光軸からの距離が $0.2s$ の位置より内側に、反射/反射型プリズムは光軸からの距離が $0.2s$ の位置より外側に形成することが望ましいことが分かる。

【0080】但し、それぞれのプリズムの配置は単位フレネルレンズの焦点距離 f 、光源間の距離 s 、およびフレネルレンズに形成されるプリズムの屈折率 n に応じて、適宜設定され得る。特に、照射強度の均一性の観点からは、 f に対して s を小さくすることが好ましい。例えば、上述したように、 $f = s/2$ 、 $n = 1.49$ の場合には、光軸からの距離が $0.2s$ の位置で区切ることによって、照明光強度の最小値を最大値の 60% 程度とすることができるが（例えば図14および図17参照）が、 $f > s/2$ とすることによって照明光の最小値をさらに大きくすることができる。逆に、 $f < s/2$ とすると、最小値は最大値の 60% 以下となり、照明光の強度分布が大きくなる。従って、照明光に許容される強度の均一性に応じて、 f 、 s および n のそれぞれの値を適宜設定すればよい。

【0081】上述した照明装置は、液晶表示装置のバックライトとして使用することができる。本発明による照明装置は、指向性の高い照明光を照射する照明装置であるので、例えば、上述の特開平2-118518号公報に記載されているような液晶表示装置のバックライトとして用いることによって広視野角特性を実現することができる。

【0082】また、液晶表示装置に用いられる照明装置は、偏光分離機能を有することによって、光の利用効率を向上することができる。例えば、上述の照明装置の出射面側に、液晶素子に照射する偏光を透過する一方この偏光と直交する偏光を反射する偏光分離素子を設けることによって、偏光分離機能を備えた照明装置が得られる。このような偏光分離素子として、例えば、住友シリーエム株式会社製のDBEFが挙げられる。

【0083】以下に、本発明による具体的な実施形態を説明する。

【0084】図11に示す本発明による実施形態の液晶表示装置100は、照明装置（バックライト）と、照明装置110からの照明光を受ける液晶表示素子120と、液晶表示素子120の観察者側に設けられた光拡散素子130とを備えている。

【0085】照明装置110は、等間隔に配置された複数の線状光源111と、線状光源111の背面（液晶表示素子120とは反対側）に設けられた反射シート112と、フレネルレンズ113とを有している。

【0086】フレネルレンズ113は、複数の単位フレネルレンズ113aを有し、1つの単位フレネルレンズ113aが1つの線状光源111に対応するように配列されており、それぞれの単位フレネルレンズ113aは、線状光源111に平行に直線状に形成される。すなわち、単位フレネルレンズ113aが有する複数のプリズムの稜線は線状光源111に平行に延びている。それぞれの線状光源111は、それぞれ対応する単位フレネルレンズ113aの焦点（正確には焦線）近傍に配置されており、線状光源111から出射された光線（拡散光）は、単位フレネルレンズ113aによって進行方向が制御され、正面方向に高指向性の照明光が照射される。反射シート112は線状光源111からの光をフレネルレンズ113に向かって反射し、そのことによって、光の利用効率が向上する。線状光源111の種類によっては、反射シート112を省略することができる。

【0087】次に、図12を参照しながら、フレネルレンズ113の構造と機能を説明する。

【0088】フレネルレンズ113は、光源111に近い側の面（受光面）にプリズム面が形成されており、単位フレネルレンズ113aに隣接する単位フレネルレンズ113aとの境界近傍には第1変換領域Mが形成されており、単位フレネルレンズ113aの光軸OXの近傍には第2変換領域Sが形成されている。単位フレネルレンズ113aの第1変換領域Mは反射／反射型プリズムで構成されており、第2変換領域Sは屈折型プリズムで構成されている。

【0089】反射／反射型プリズムは、上述した式（7）および（8）に従って、第1プリズム面P1の第1傾斜角θ₁および第2プリズム面P2の傾斜角θ₂をそれぞれ求めた。また、屈折型プリズムは、上述した式（13）および（14）に従って、単位フレネルレンズ113aの光軸OXに対して傾斜した面の傾斜角θを設定した。

【0090】本実施形態においては、単位フレネルレンズ113aの焦点距離fを19mmとした。また、照明領域が400mm×300mmの照明装置110を構成するために、線状光源111として発光長が400mmの冷陰極管を互いに平行に8本配置し、隣接する冷陰極管の間隔sを38mmとした。フレネルレンズ113の材質として屈折率nが1.49のアクリル樹脂を用い、熱プレス法で形成した。フレネルレンズ113には、8個の単位フレネルレンズ113aが一体に形成されている。また、単位フレネルレンズ113aの光軸OXからの距離xが0.2s、すなわち7.6mmの位置より光軸OXに近い側に第2変換領域S（屈折型プリズム）を形成し、遠い側に第1変換領域M（反射／反射型プリズム）を形成した。

【0091】照明装置110は、上述したように、単位フレネルレンズ113aの光軸OXの近傍に屈折型プリ

ズムが形成されており、隣接する単位フレネルレンズ113aとの境界近傍に反射／反射型プリズムが形成されているので、線状光源111からの光線の進行方向を効果的に正面方向に変換することができるとともに、単位フレネルレンズ内で照明光の強度の変化が小さい。すなわち、隣接する光源111からの光線と対応する光源111からの光線とが第1変換領域で効果的に正面方向に向けられるので、隣接する光源111の輝度および／または色調などが互いに異なっていても、照明装置110から出射される照明光の輝度および／または色調の変化は滑らかであり、単位フレネルレンズ113aの境界が観察されることがない。

【0092】照明装置110の照明光の指向性を図13に示し、単位フレネルレンズ113a内の照明光の強度の変化を図14に示す。図13は、単位フレネルレンズ113aの光軸OXの位置で出射する照明光の強度の出射角依存性を示す。また、図14は、単位フレネルレンズ113aの光軸OXと平行な方向に出射する照明光の強度の光軸OXからの距離に対する依存性を示す。

【0093】図13から分かるように、照明装置110の照明光は正面方向（単位フレネルレンズ113aの光軸に平行=出射角度0°）において最大強度を示し、その半値幅は全角で±5°程度と非常に高指向性である。また、図14から分かるように、単位フレネルレンズ113a内の照明光の強度は光軸OXにおいて最大値を取るが、単位フレネルレンズ113aの全範囲において、最大値の60%以上の強度が得られている。

【0094】図12に示した照明装置110に代えて、図15に示す照明装置210を用いてもよい。

【0095】照明装置210は、フレネルレンズ213が有する単位フレネルレンズ213aの構造および機能が単位フレネルレンズ113aと異なる以外は、照明装置110と実質的に同じなので、共通する構成要素を同じ参照符号で示し、その説明をここでは省略する。

【0096】フレネルレンズ213は、複数の単位フレネルレンズ213aを有し、1つの単位フレネルレンズ213aが1つの線状光源111に対応するように配列されており、それぞれの単位フレネルレンズ213aは、線状光源111に平行に直線状に形成されている。すなわち、単位フレネルレンズ213aが有する複数のプリズムの稜線は線状光源111に平行に延びている。それぞれの線状光源111は、それぞれ対応する単位フレネルレンズ213aの焦点（正確には焦線）近傍に配置されており、線状光源111から出射された光線（拡散光）は、単位フレネルレンズ213aによって進行方向が制御され、正面方向に高指向性の照明光が照射される。

【0097】フレネルレンズ213においては、光源111に近い側の面（受光面）にプリズム面が形成されており、単位フレネルレンズ213aのすべての領域に亘

って第1変換領域Mが形成されている。単位フレネルレンズ213aの光軸OXの近傍には第1変換領域M1が形成されており、単位フレネルレンズ213aに隣接する単位フレネルレンズ213aとの境界近傍には第1変換領域M2が形成されている。第1変換領域M1は反射／屈折型プリズムで構成されており、第1変換領域M2は反射／反射型プリズムで構成されている。

【0098】ここで、第1変換領域M1を構成する反射／屈折型プリズムのプリズム面を第1プリズム面および第2プリズム面とし、隣接する光源から第1変換領域M1に入射した光線は、第2プリズム面において屈折されたあと第1プリズム面によって反射されることによって所定の方向に向けられ、且つ、対応する光源から第1変換領域M1に入射した光線は、第1プリズム面において屈折させることによって所定の方向に向けられるとする。

【0099】また、第1変換領域M2を構成する反射／反射型プリズムのプリズム面を第3プリズム面および第4プリズム面とし、隣接する光源から第1変換領域M2に入射した光線は、第4プリズム面において屈折されたあと第3プリズム面によって反射されることによって所定の方向に向けられ、且つ、対応する光源から第1変換領域M2に入射した光線は、第3プリズム面において屈折されたあと第4プリズム面で反射されることによって所定の方向に向けられるとする。

【0100】上述の様に定義された第1、第2、第3および第4プリズム面が単位フレネルレンズ213aの光軸OXに対して形成する角をそれぞれ θ_1 、 θ_2 、 θ_3 および θ_4 とし、上述の式(9)～(12)を満足するように、それぞれの角度を設定した。

【0101】なお、本実施形態においても、単位フレネルレンズ213aの焦点距離fを19mmとした。また、照明領域が400mm×300mmの照明装置210を構成するために、線状光源111として発光長が400mmの冷陰極管を互いに平行に8本配置し、隣接する冷陰極管の間隔sを38mmとした。フレネルレンズ213の材質として屈折率nが1.49のアクリル樹脂を用い、熱プレス法で形成した。フレネルレンズ213には、8個の単位フレネルレンズ213aが一体に形成されている。また、単位フレネルレンズ213aの光軸OXからの距離xが0.2s、すなわち7.6mmの位置より光軸OXに近い側に第1変換領域M1(反射／屈折型プリズム)を形成し、遠い側に第1変換領域M2(反射／反射型プリズム)を形成した。

【0102】照明装置210は、上述したように、単位フレネルレンズ213aの光軸OXの近傍に反射／屈折型プリズムが形成されており、隣接する単位フレネルレンズ213aとの境界近傍に反射／反射型プリズムが形成されているので、線状光源111からの光線の進行方向を効果的に正面方向に変換することができるととも

に、単位フレネルレンズ内で照明光の強度の変化が小さい。すなわち、隣接する光源111からの光線と対応する光源111からの光線とが第1変換領域M(M1およびM2)で効果的に正面方向に向けられるので、隣接する光源111の輝度および／または色調などが互いに異なっていても、照明装置210から出射される照明光の輝度および／または色調の変化は滑らかであり、単位フレネルレンズ213aの境界が観察されることがない。

【0103】照明装置210の照明光の指向性を図16に示し、単位フレネルレンズ213a内の照明光の強度の変化を図17に示す。図16および図17は、図13および図14にそれぞれ対応する。

【0104】図16から分かるように、照明装置210の照明光は正面方向(単位フレネルレンズ213aの光軸に平行=出射角度0°)において最大強度を示し、その半値幅は全角で±5°程度と非常に高指向性である。また、図17から分かるように、単位フレネルレンズ213a内の照明光の強度は光軸OXにおいて最大値を取るが、単位フレネルレンズ213aの全範囲において、最大値の60%以上の強度が得られている。

【0105】本実施形態の液晶表示装置100は、照明装置110を備えるので、従来よりも広い視角範囲でコントラスト比、中間調輝度、色調などの変化が少ない画像を提供することができる。

【0106】図11に示したように、液晶表示装置100が有する液晶表示素子120は、照明装置110からの高指向性の照明光を受ける。すなわち、液晶表示素子120には、その表示面法線方向に高い指向性を持った照明光が照明装置110から照射される。液晶表示素子120は、照明装置110から照射された光を画素毎に表示信号に応じて変調することによって、光の透過率(輝度)を制御する。液晶表示素子120を透過した指向性の高い光は、光拡散素子130によって拡散される。観察者が観察する画像は、液晶表示素子120の法線方向から入射し法線方向に透過した光によって形成されているので、広い視角範囲において、コントラスト比、中間調輝度、色調などの変化が少ない。

【0107】光拡散素子130として、レンチキュラーレンズフィルムを適用した液晶表示装置100のコントラスト比の視角による変化を図18に示す。ここでは、図11中に模式的に示した光拡散素子130のように凸部(ピッチ55μm、高さ20μm)を有するレンチキュラーレンズフィルムを用いた。

【0108】図18から明らかなように、一般的な従来の液晶表示装置(例えば、従来の低指向性の照明装置を備えるTNモードの液晶表示装置)は視角によるコントラスト比の変化が急激であるのに対し、本実施形態による照明装置を備える液晶表示装置100のコントラスト比の変化は緩和されていることがわかる。また、照明装置110に代えて照明装置210を用いても、液晶表

示装置100とほぼ同様に、従来の液晶表示装置よりも視角特性に優れた表示特性が実現される。

【0109】なお、フレネルレンズ113を構成する単位フレネルレンズ113aにおいて、光源111からの光線の進行方向を効果的に制御するために、第1変換領域Mおよび第2変換領域Sを形成する位置(×の大きさ)は、単位フレネルレンズ113aの焦点距離f、隣接する光源111間の距離sおよびプリズムの屈折率nによって変化するため、これらの値に応じて適宜設定される。また、フレネルレンズ213を構成する単位フレネルレンズ213aにおける第1変換領域M1およびM2を形成する位置も、単位フレネルレンズ213aの焦点距離f、隣接する光源111間の距離sおよびプリズムの屈折率nによって変化するため、これらの値に応じて適宜設定される。

【0110】単位フレネルレンズに形成されるプリズムは、例示したプリズムに限らず、少なくとも、対応する光源からの光線の進行方向を制御して出射させるとともに、隣接する光源からの光線の進行方向を制御して出射させるプリズムを設ければよい。但し、単位フレネルレンズ113aの様に、対応する光源111からの光線の進行方向をだけを制御して出射させるプリズム(単位フレネルレンズ113aにおいては屈折型プリズム)を設ける場合には、単位フレネルレンズの光軸OXの近傍に設けることが好ましい。また、単位フレネルレンズ213aの様に、単位フレネルレンズの全体に亘って、対応する光源からの光線の進行方向を制御して出射させるとともに、隣接する光源からの光線の進行方向を制御して出射させるプリズムを設ける場合には、単位フレネルレンズの光軸OXの近傍には反射/屈折型プリズムを設け、隣接する単位フレネルレンズとの境界近傍には反射/反射型プリズムを設けることが好ましい。なお、反射/屈折型プリズムに代えて、屈折/屈折型プリズムを用いることもできる。但し、屈折/屈折型プリズムを用いる場合は、単位フレネルレンズの焦点距離fが隣接光源間距離sよりも大きいことが好ましい。屈折/屈折型プリズムは、上述の式(1)および(2)に基づいて設計される。

【0111】フレネルレンズは、アクリル樹脂に限らず、公知の様々な透明材料を用いて形成され得る。但し、アクリル樹脂などの透明樹脂は、上述した熱プレス成形法のほかに、射出成形法や押出し成形法などの方法によって簡便に製造でき、且つ、安価で軽量であるので好ましい。

【0112】フレネルレンズの代わりに、他の光学素子を用いることも可能である。例えば、光の回折によって進行方向を制御するホログラム素子に代表される回折素子を利用することができる。また、反射シート112としては、本実施形態では平面鏡を例示したが、例えば曲面鏡を用いることもできる。

【0113】液晶表示素子120の観察者側に設けられる光拡散素子130としては、例示したレンチキュラーレンズフィルムに限らず、光を拡散するように種々の形状に加工した光学フィルムや、内部に光を散乱する粒子を分散させた散乱フィルムなどを用いることができる。また、光拡散素子が一体に形成された(例えば、液晶層を挟持する一对の基板の内の観察者側に配置される基板と一体に形成された)液晶表示素子を用いることもできる。

【0114】さらに、液晶表示装置用の照明装置として用いる場合には、光の利用効率を向上するために、照明装置の光出射側に特定の偏光を選択的に透過する偏光分離素子を設けてもよい。偏光分離素子としては、例えば、住友スリーエム株式会社製のDBEFを利用することができる。

【0115】

【発明の効果】本発明によると、高い指向性を有するとともに均一な強度分布の照明光を照射する照明装置が提供される。さらに、本発明による照明装置を用いることによって、広視野角特性の表示装置を提供することができる。本発明による照明装置は、特に、液晶表示装置の広視野角化に有効であるが、他の表示装置にも適用することができる。さらに、本発明の照明装置は、複数の光源を用いて均一で且つ嗜好性の高い照明光を得ることができるので、大きなサイズの表示装置に好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施形態の照明装置10の構造を模式的に示す断面図である。

【図2】フレネルレンズを用いて構成された光線方向変換素子を備える照明装置20の構造を模式的に示す断面図である。

【図3】(a)は、照明装置20が有する単位フレネルレンズ22aの構造を示す模式図であり、(b)はその変形例である単位フレネルレンズ22'aの構造を示す模式図である。

【図4】本発明による実施形態の他の照明装置30の構造を模式的に示す図である。

【図5】照明装置30が有する単位フレネルレンズ32aの構造を示す模式図である。

【図6】本発明による実施形態の他の照明装置40の構造を模式的に示す図である。

【図7】照明装置40が有する単位フレネルレンズ42aの構造を示す模式図である。

【図8】(a)は、照明装置10のフレネルレンズ12が有する単位フレネルレンズ12aの第2変換領域Sの構造を示す模式図であり、(b)はその変形例である単位フレネルレンズ12'aの第2変換領域Sの構造を示す模式図である。

【図9】屈折型プリズム、反射/屈折型プリズムおよび

反射／反射型プリズムをそれぞれを備えるフレネルレンズを用いた照明装置の照明光の指向性を示すグラフである。

【図10】図9示した照明光が得られた照明装置に用いられた屈折型プリズム、反射／屈折型プリズムおよび反射／反射型プリズムを備えるフレネルレンズのそれぞれの単位フレネルレンズ内の照明光の強度変化を示すグラフである。

【図11】本発明による実施形態の液晶表示装置100の構成を示す模式図である。

【図12】液晶表示装置100が有する照明装置110の構成を示す模式図である。

【図13】照明装置110からの照明光の指向性を示すグラフである。

【図14】照明装置110が有する単位フレネルレンズ113a内の照明光の強度変化を示すグラフである。

【図15】液晶表示装置100に用いられる他の照明装置210の構成を示す模式図である。

【図16】照明装置210からの照明光の指向性を示すグラフである。

【図17】照明装置210が有する単位フレネルレンズ213a内の照明光の強度変化を示すグラフである。

【図18】液晶表示装置100のコントラスト比の視角による変化を示すグラフである。

【図19】フレネルレンズを備える照明装置を用いた従来の液晶表示装置300を模式的に示す図である。

【図20】従来のフレネルレンズを説明するための模式図である。

【図21】全内面反射(TIR)レンズを備える従来の照明装置410を模式的に示す図である。

【図22】従来のフレネルレンズを用いて構成した照明

装置の問題点を説明するための図である。

【図23】従来の全内面反射(TIR)レンズを用いて構成した照明装置の問題点を説明するための図である。

【符号の説明】

10、20、30、40、110、210 照明装置

11 光源装置

11a 光源

12、22、32、42 フレネルレンズ

12a、12b、12c、22a、32a、42a 単位フレネルレンズ

111 線状光源

112 反射シート

113、213 フレネルレンズ

113a、213a 単位フレネルレンズ

120 液晶表示素子

130 光拡散素子

213 フレネルレンズ

220 液晶表示素子

230 光拡散手段

300 液晶表示装置

310、410 照明装置

311、311' 光源

312 球面鏡

311' 光源

313、313' フレネルレンズ

313' a 単位フレネルレンズ

320 液晶表示素子

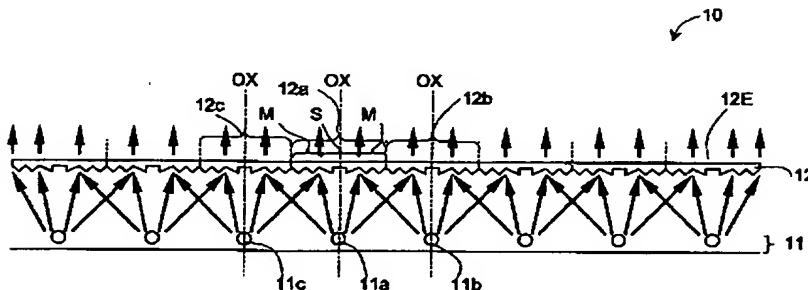
330 光拡散素子

411、411' 光源

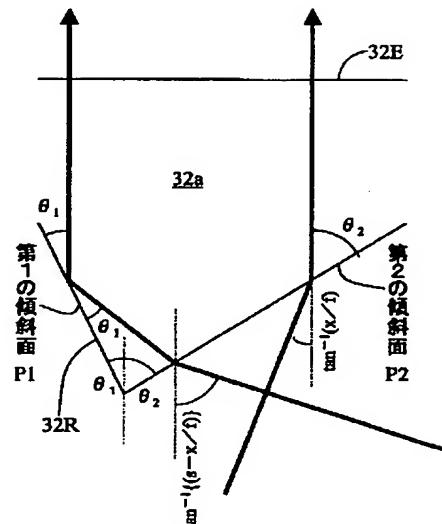
412、412' 全内面反射(TIR)レンズ

412' a 単位全内面反射(TIR)レンズ

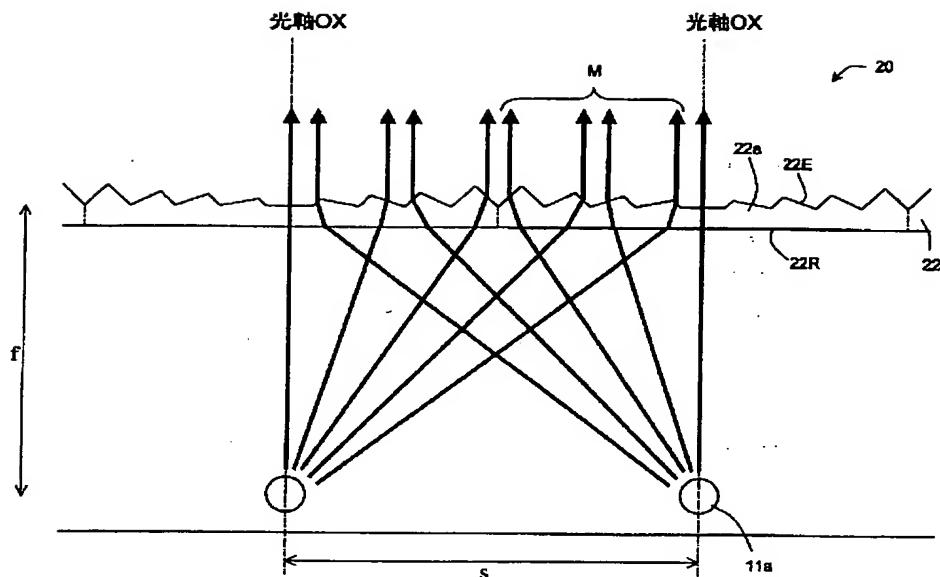
【図1】



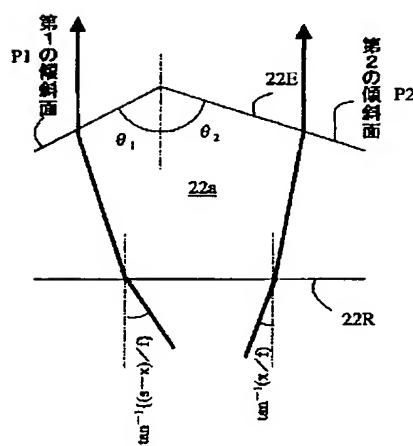
【図5】



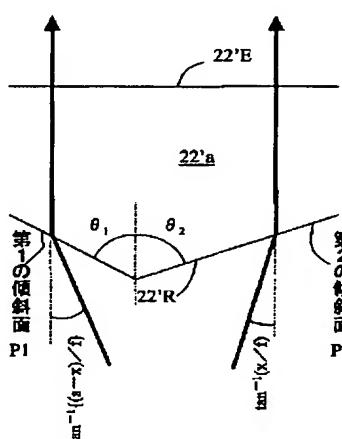
【図2】



【図3】

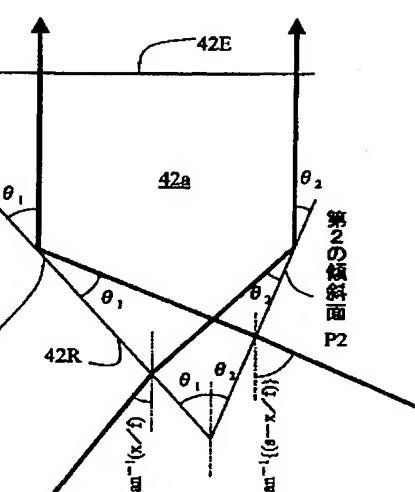


(a)

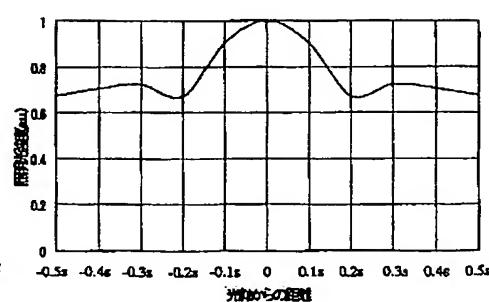
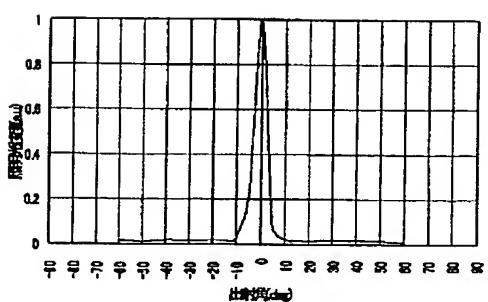


(b)

【図7】

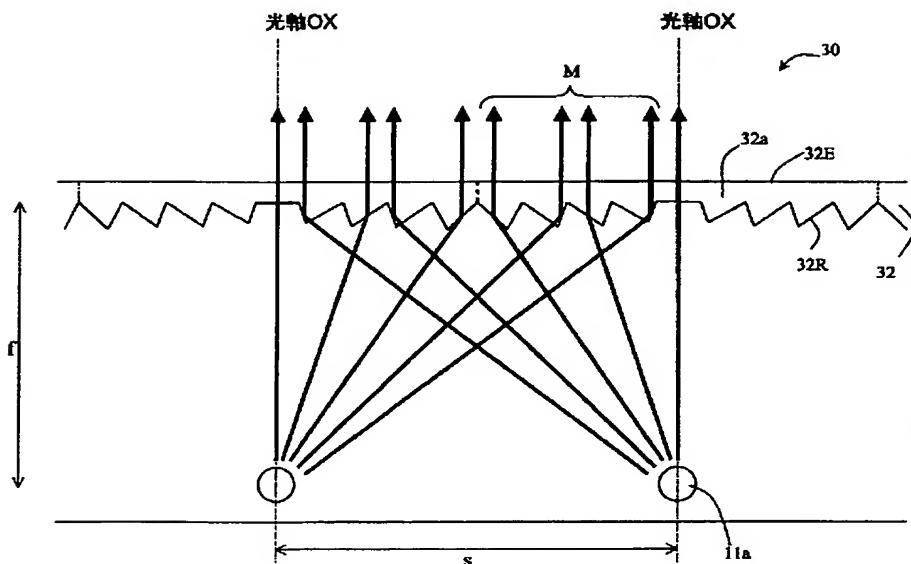


【図13】

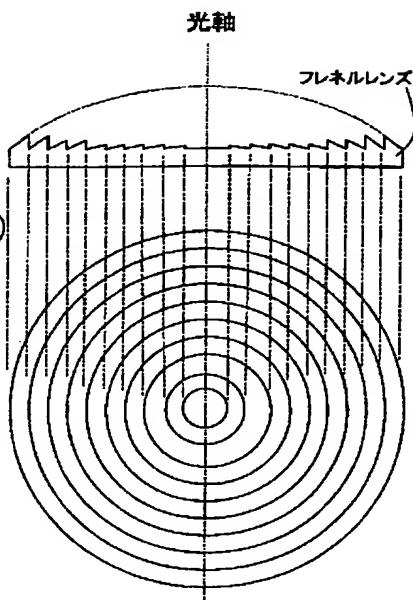


【図14】

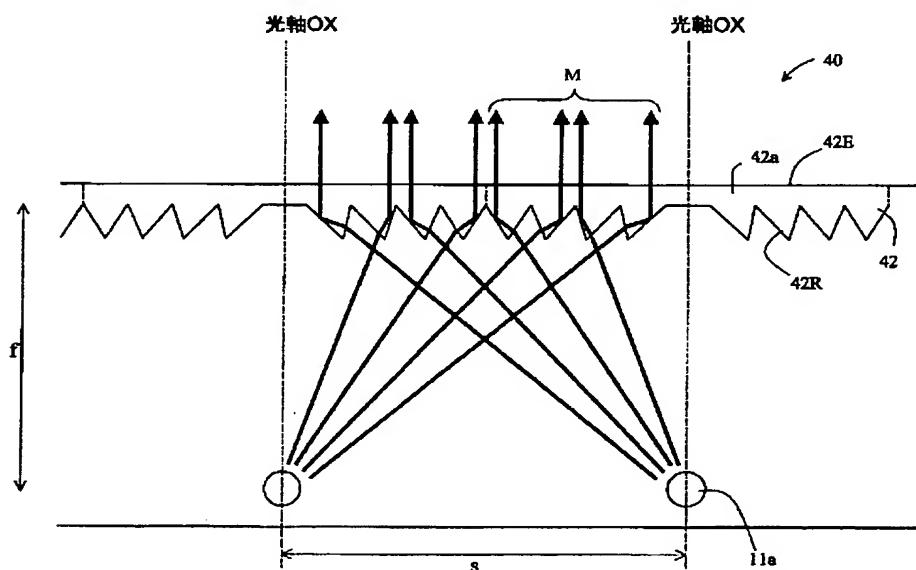
【図4】



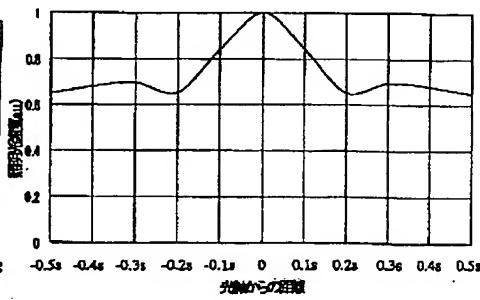
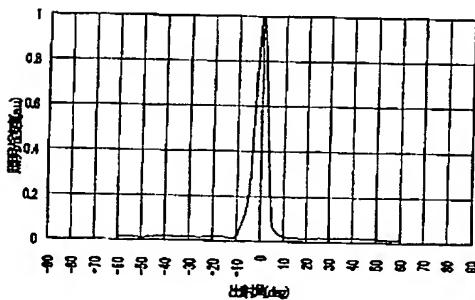
【図20】



【図6】

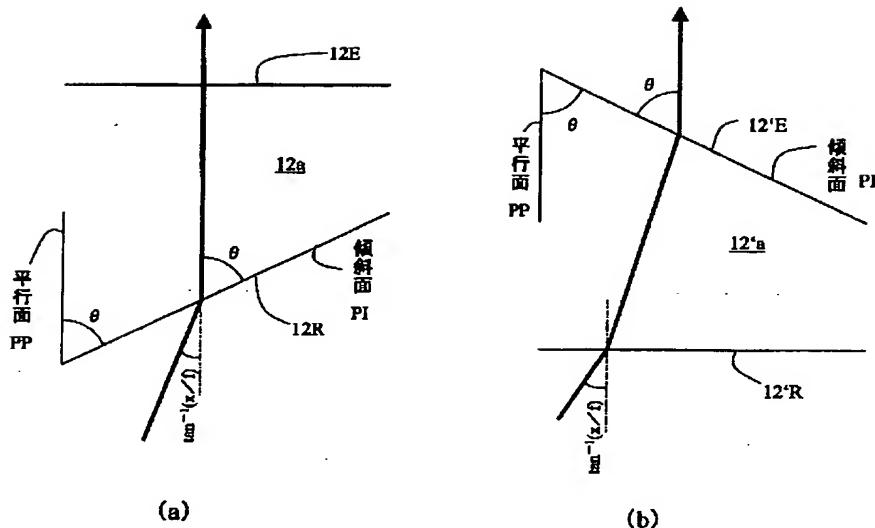


【図16】

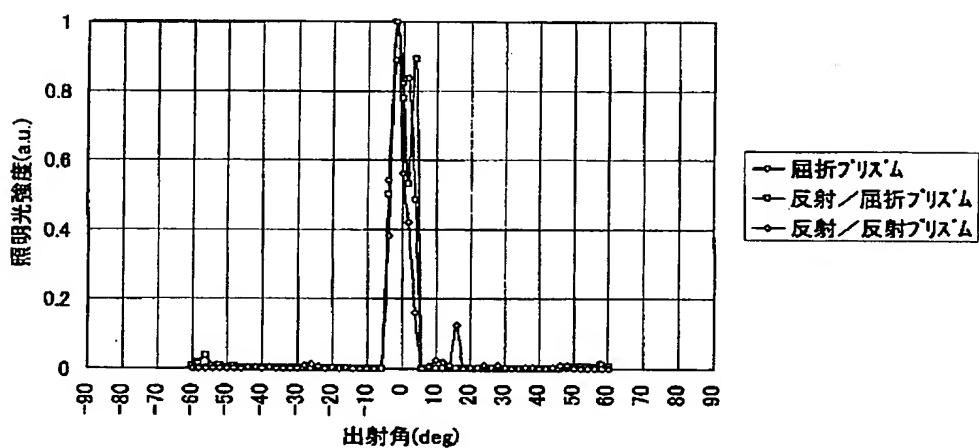


【図17】

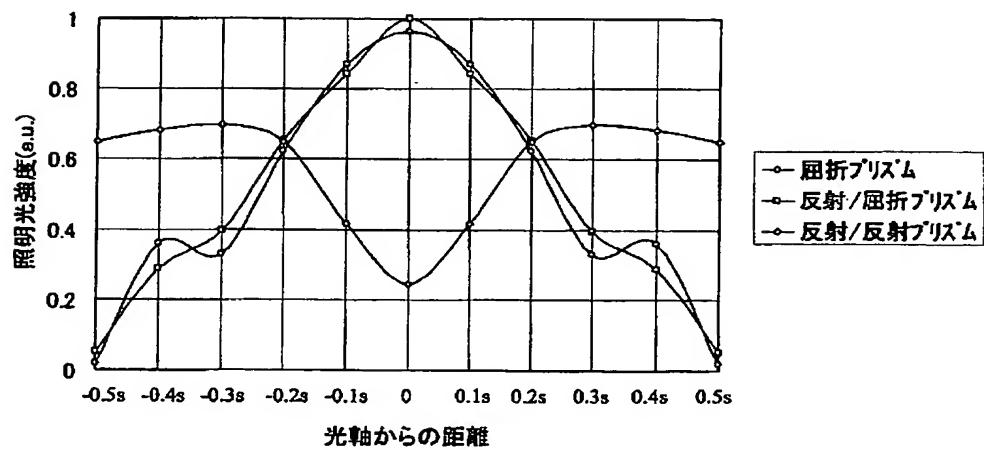
【図8】



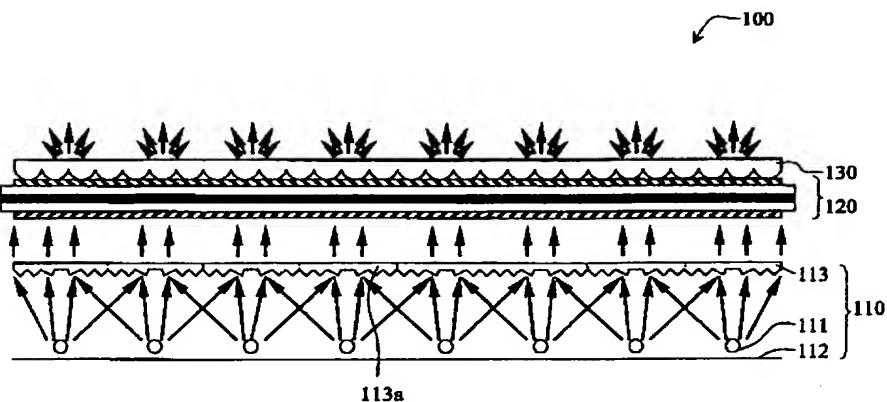
【図9】



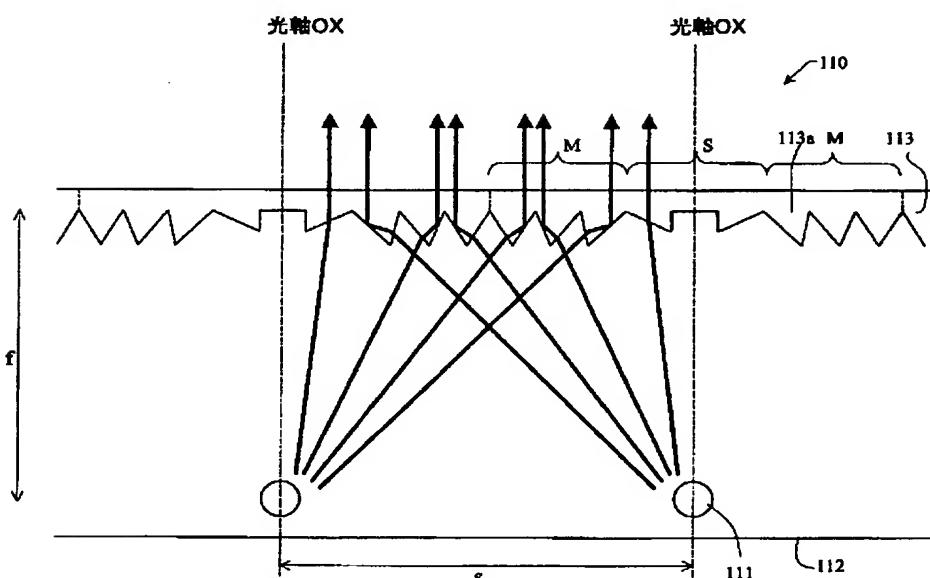
【図10】



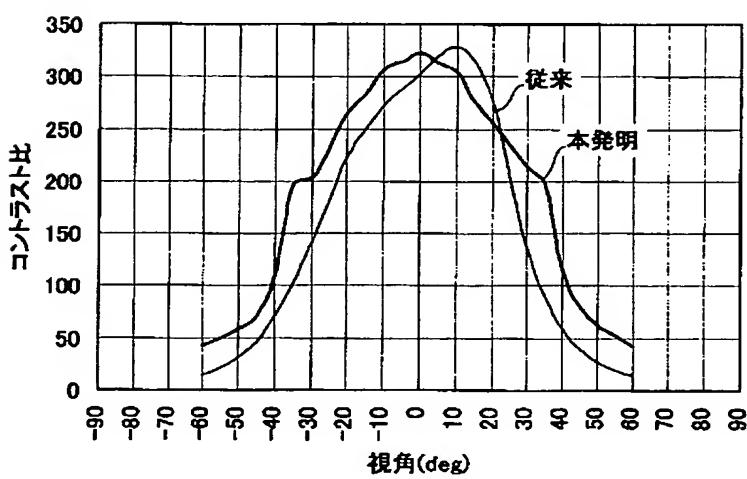
【図11】



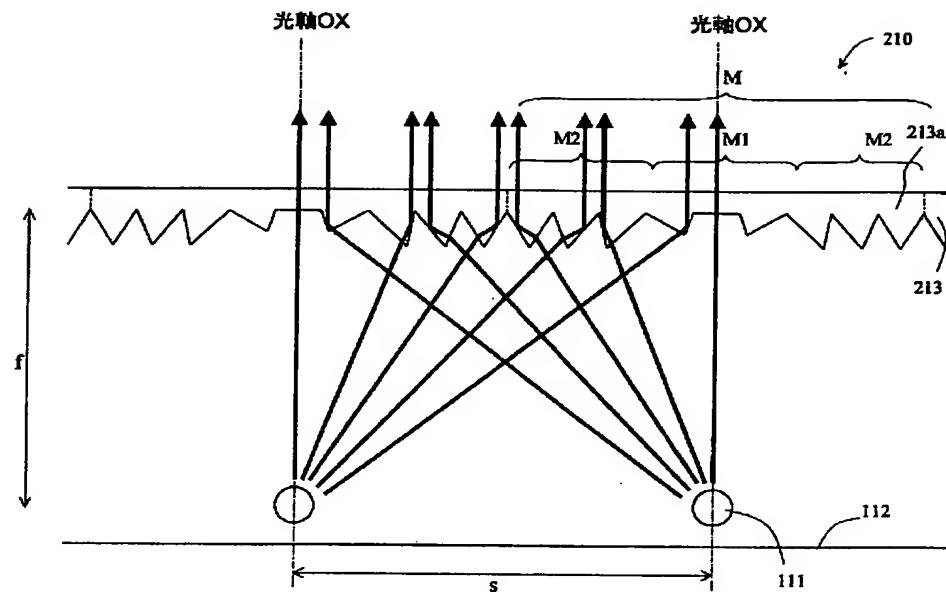
【図12】



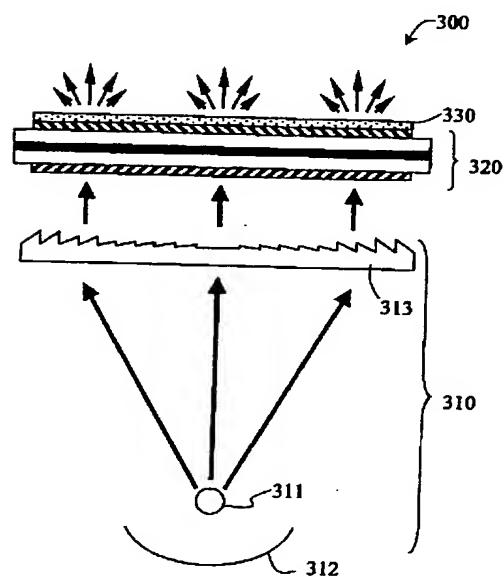
【図18】



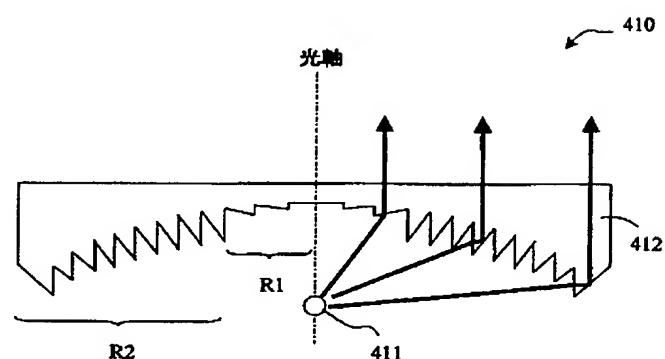
【図15】



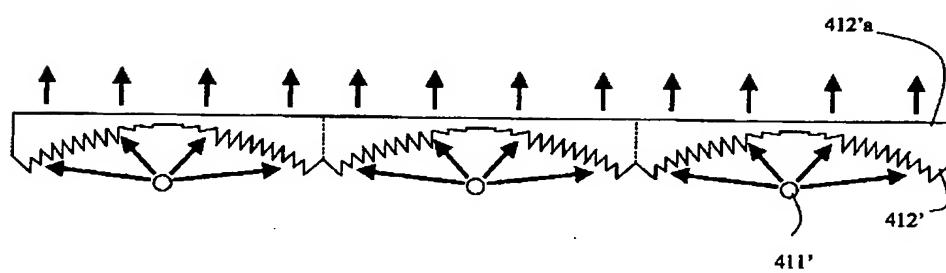
【図19】



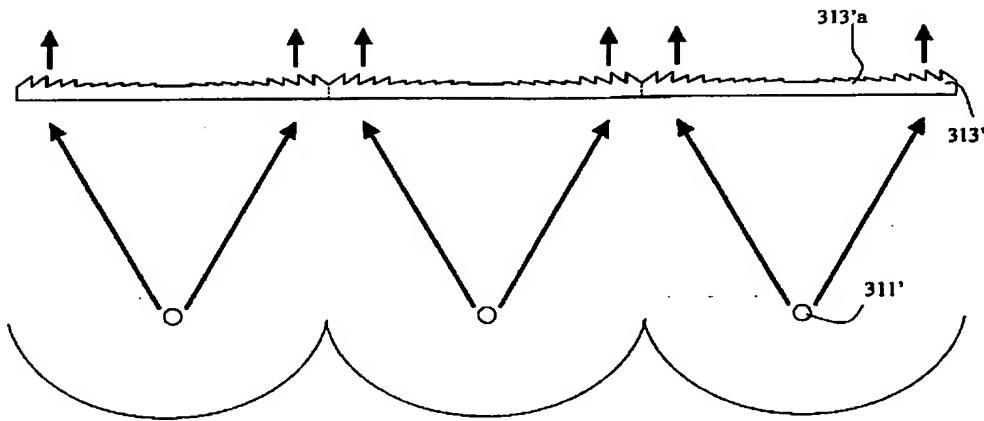
【図21】



【図23】



【図22】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	マークコード(参考)
G 02 B	5/18	G 02 B	5/18
	5/32		5/32
G 02 F	1/1335	G 02 F	1/1335
	1/13357		1/13357
// F 21 Y	101:02	F 21 Y	101:02
	103:00		103:00